

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-243549

(43)公開日 平成9年 (1997) 9月19日

(51)Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N	15/14		G 0 1 N 15/14	P
	21/47		21/47	Z
H 0 1 L	21/027		H 0 1 L 21/66	J
	21/66		21/30 5 0 3	G

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-49391

(22)出願日 平成8年 (1996) 3月7日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 野副 真理

東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立

製作所デバイス開発センタ内

(72)発明者 井古田 まさみ

東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立

製作所デバイス開発センタ内

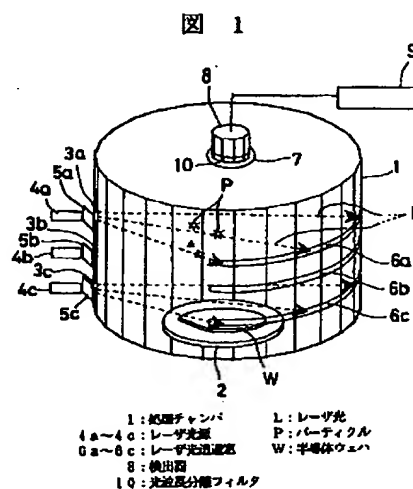
(74)代理人 弁理士 筒井 大和

(54)【発明の名称】 パーティクルモニタ方法およびワーク処理装置

(57)【要約】

【課題】 ウェハプロセスにおけるパーティクルの発生メカニズムを精度よく検知できるワーク処理装置を提供する。

【解決手段】 半導体ウェハWに所定の処理を施す処理チャンバ1と、この処理チャンバ1の上下方向に設置されて水平方向にスキャンされながら処理チャンバ1内にレーザ光Lを照射する複数のレーザ光源4 a、4 b、4 cと、処理チャンバ1に設置されて処理チャンバ1内のパーティクルPにより散乱したレーザ光Lを受光する検出器8と、直進するレーザ光Lの検出器8による検出を防止するレーザ光透過窓6 a、6 b、6 cとを有するものである。処理チャンバ1には、レーザ光Lのみを検出器8に導入する光波長分離フィルタ10が設置されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理チャンバ内の上下方向、水平方向、または上下および水平方向にレーザ光を照射し、前記処理チャンバ内のパーティクルにより散乱したレーザ光を検出し、検出したレーザ光の強度からワークが設置されている処理チャンバ内のパーティクルをリアルタイムでモニタすることを特徴とするパーティクルモニタ方法。

【請求項2】 ワークに所定の処理を施す処理チャンバと、前記処理チャンバの上下方向に設置されて当該処理チャンバ内にレーザ光を照射する複数のレーザ光源、または前記処理チャンバ内を上下方向にスキャンしながらレーザ光を照射する単一のレーザ光源と、前記処理チャンバに設置され、この処理チャンバ内のパーティクルにより散乱したレーザ光を受光する散乱光検出部と、前記処理チャンバ内を直進するレーザ光の前記散乱光検出部による検出を防止する直進光回収部とを有し、前記散乱光検出部による散乱光信号強度により前記ワークの処理中における前記処理チャンバ内のパーティクル分布を時経列的にモニタし得るようにしたことを特徴とするワーク処理装置。

【請求項3】 請求項2記載のワーク処理装置において、レーザ光は水平方向にスキャンまたは拡散されて前記処理チャンバ内の三次元的なパーティクル分布を時経列的にモニタし得るようにしたことを特徴とするワーク処理装置。

【請求項4】 請求項2または3記載のワーク処理装置において、前記処理チャンバには、レーザ光のみを前記散乱光検出部に導入してそれ以外の波長の光を遮断する光波長分離フィルタが設置されていることを特徴とするワーク処理装置。

【請求項5】 請求項2、3または4記載のワーク処理装置において、前記直進光回収部は次の(1)または(2)の何れかであることを特徴とするワーク処理装置。

(1). 前記処理チャンバに形成されて直進するレーザ光を外部に透過させるレーザ光透過窓。

(2). 前記処理チャンバ内に形成されて直進するレーザ光を反射して一点に集光する楕円ミラー状壁およびレーザ光の集光箇所形成されて該レーザ光を外部に透過させるレーザ光透過窓。

【請求項6】 請求項2、3、4または5記載のワーク処理装置において、前記散乱光検出部は、複数の前記レーザ光源に対応して複数台、または複数の前記レーザ光源のうちの何れのあるいは単一の前記レーザ光源のどの方向の照射かを認識する機能を付与されて1台設置されていることを特徴とするワーク処理装置。

【請求項7】 請求項6記載のワーク処理装置において、前記散乱光検出部は、処理チャンバの上部またはレーザ光源の近傍に設置されていることを特徴とするワー

ク処理装置。

【請求項8】 請求項6記載のワーク処理装置において、前記散乱光検出部はレーザ光源と同じ高さの複数箇所設置されており、レーザ光をスキャンする際のスキャン方向と異なる前記散乱光検出部に切り替えながら散乱したレーザ光を検出することを特徴とするワーク処理装置。

【請求項9】 請求項2、3、4、5、6、7または8記載のワーク処理装置において、前記ワークは半導体ウエハであり、前記処理チャンバはウエハプロセス下にある前記半導体ウエハに所定の処理を施すものであることを特徴とするワーク処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はワークの処理プロセス下におけるパーティクル管理に関し、特に、半導体装置を製造するウエハプロセス下での被加工物である半導体ウエハに対して物理的、化学的処理を施す際における処理チャンバ内のパーティクル検知に適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 たとえば半導体ウエハに回路パターンを転写形成するフォトリソグラフィ工程のようなデバイス形成工程つまりウエハプロセスにおいては、製造装置から発生するパーティクルや反応生成物（以下、単に「パーティクル」という。）が原因で不良となった場合には製品の歩留まりや品質に大きく影響する。そのため、前記したフォトリソグラフィ工程で言えば、転写不良の原因となったパーティクルがどのようなプロセス条件で発生するかを確認することが重要であるとともに、回路パターンを転写する際に発生するパーティクルを常時モニタ、管理し、転写パターンに異常がないかどうかを確認することが重要である。

【0003】 従来、このようなケースにおけるモニタシステムとしては、たとえば日立電子エンジニアリング技報第9号（1995年1月発行）、P9～P15、あるいは日立評論Vol.68、No.9（1986年9月発行）、P731～P736に記載された日立製IS-3270型インラインパーティクル検査装置、同じく日立製IS-1500型パーティクル検査装置等が知られている。これらの装置は半導体製造装置とは別個のいわゆるスタンドアローン（Stand Alone）型検査装置であり、半導体ウエハ上に付着したパーティクルをレーザ散乱光によって検出し測定するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、前述の検査装置はいずれも既にプロセス処理を施された後の半導体ウエハに対して事後的にパーティクルの付着量を検査するための装置であり、その検査結果から、たとえばエッチング処理でいえば、エッチング処理の過程にどのような

メカニズムでパーティクルがプロセス処理室内で生成され、半導体ウェハの上方にどのように分布し、その結果いつどのようなタイミングや条件で半導体ウェハに付着するのかなどといった情報を得ることはできない。

【0005】パーティクル低減のためのプロセス処理条件を確定するためにはかかる情報が必要となるので、該検査装置では処理後の半導体ウェハの検査データからこれを間接的に推定するしかない。そのため、パーティクル低減対策に長時間を要するのみならず、良品・不良品の半導体ウェハを選別するのに時間を要するといった問題点がある。

【0006】また、これらの検査装置はスタンドアロン型であるため、プロセス処理後に別途「検査」工程を追加し、各半導体ウェハについて検査工数を製造工数に追加する必要がある、工完に影響を与えている。たとえばエッチング処理時のパーティクル検査・管理の場合には、まず各半導体ウェハに対してエッチング処理を行い、その後パーティクル検査装置によるパーティクル検査処理を行っている。これは、プラズマCVD (Chemical Vapor Deposition)による成膜処理時のパーティクル検査・管理の場合など、他のウェハプロセスにおいても同様である。

【0007】そして、このようなパーティクルに関する問題は、半導体装置の製造におけるウェハプロセスにとどまらず、半導体ウェハのように微細加工が施されるワーク全般に共通のものでもある。

【0008】そこで、本発明の目的は、ワークの処理プロセスにおけるパーティクルの発生メカニズムを明確に精度よく検知できる技術を提供することにある。

【0009】本発明の他の目的は、ワークの処理プロセスにおけるパーティクルの検査工程を省略し、効率よくワークの処理を行うことのできる技術を提供することにある。

【0010】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0012】すなわち、本発明によるパーティクルモニタ方法は、処理チャンバ内の上下方向、水平方向、または上下および水平方向にレーザ光を照射してパーティクルにより散乱したレーザ光を検出し、検出したレーザ光の強度からワークが設置されている処理チャンバ内のパーティクルをリアルタイムでモニタすることを特徴とするものである。

【0013】また、本発明によるワーク処理装置は、ワークを施す処理チャンバと、この処理チャンバの上下方向に設置されて処理チャンバ内にレーザ光を照射する複

数のレーザ光源、または処理チャンバ内を上下方向にスキャンしながらレーザ光を照射する単一のレーザ光源と、処理チャンバに設置されて処理チャンバ内のパーティクルにより散乱したレーザ光を受光する散乱光検出部と、処理チャンバ内を直進するレーザ光が散乱光検出部によって検出されることを防止する直進光回収部とを有するもので、散乱光検出部による散乱光信号強度によりワークの処理中における処理チャンバ内のパーティクル分布を時系列的にモニタし得るようにしたことを特徴とするものである。

【0014】このワーク処理装置において、レーザ光は水平方向にスキャンまたは拡散して処理チャンバ内の三次元的なパーティクル分布を時系列的にモニタし得るようにすることが望ましい。また、処理チャンバには、レーザ光のみを散乱光検出部に導入してそれ以外の波長の光を遮断する光波長分離フィルタを設置するのがよい。

【0015】直進光回収部は、処理チャンバに形成されて直進するレーザ光を外部に透過させるレーザ光透過窓、あるいは処理チャンバ内に形成されて直進するレーザ光を反射して一点に集光する楕円ミラー状壁およびレーザ光の集光箇所形成されて該レーザ光を外部に透過させるレーザ光透過窓により構成することができる。

【0016】散乱光検出部は、複数のレーザ光源に対応して複数台、または複数のレーザ光源のうちの何れのあるいは単一のレーザ光源のどの方向の照射かを認識する機能を付与されて1台設置することができる。この散乱光検出部は、処理チャンバの上部またはレーザ光源の近傍に設置するのがよい。また、散乱光検出部をレーザ光源と同じ高さの複数箇所を設置し、レーザ光をスキャンする際のスキャン方向と異なる散乱光検出部に切り替えながら散乱したレーザ光を検出するようにしてもよい。

【0017】このようなワーク処理装置において、ワークを半導体ウェハとし、処理チャンバをウェハプロセス下にある半導体ウェハに所定の処理を施すものとすることができる。

【0018】これによれば、ワークの処理プロセスにおける処理チャンバ内のパーティクル分布を検出することが可能になり、これを時系列的にモニタすることで処理チャンバ内のパーティクルの空間分布や時間分布が二次元的あるいは三次元的にリアルタイムに把握でき、パーティクルの発生メカニズムを明確に精度よく検知することができる。

【0019】レーザ光は、これを処理チャンバ内に複数照射したりスキャン・拡散させることにより、処理チャンバ内の複数あるいは全体の領域について照射される。

【0020】また、レーザ光を既定のタイミングで照射・スキャン等し、複数の散乱光検出部を使用する際、使用する散乱光検出部を決定したり切り替えたりすることで、発生した散乱光を予め設定されたタイミングで検出すればレーザ照射位置および散乱光の発生箇所すなわち

5

パーティクルの発生箇所が同定できる。

【0021】さらに、光波長分離フィルタを設置することにより、処理チャンバ内に入ってくる明光や処理方法によって生ずると例えばプラズマ発光とレーザ光の散乱光とが区別され、レーザ散乱光のみを検出することが可能となる。

【0022】そして、散乱光検出部を処理チャンバの上部に設置すれば、レーザ光をスキャンした場合や複数のレーザ光を入射した場合でも、単一の散乱光検出部にて散乱光を検出することができる。また、散乱光検出部をレーザ光源の近傍に設置すれば、散乱光のみを検出でき、且つ後方散乱光を効果的に検出することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0024】（実施の形態1）図1は本発明の一実施の形態である半導体製造装置を内部構造を含めてモデル的に示す斜視図、図2は図1の半導体製造装置において処理チャンバ内を照射するレーザ光を示す概略図、図3は図1の半導体製造装置の散乱光検出部で検出された処理チャンバ内のパーティクル分布出力例を示す説明図である。

【0025】本実施の形態による半導体製造装置（ワーク処理装置）は、たとえば、半導体ウェハ（ワーク）Wを真空の処理チャンバ1内にロードし、反応ガスを発生させプラズマを励起して該半導体ウェハW上に薄膜を形成し、室外へアンロードするプロセスを経て半導体ウェハW成膜処理を施すプラズマCVD装置であり、処理チャンバ1内の下部には半導体ウェハWが搭載されるステージ2が設けられている。なお、以下に記載する他の実施の形態を含めて本発明の適用範囲はこのようなCVD装置に限定されるものではなく、形成された薄膜上に所定の回路パターンを転写するフォトリソ装置や該回路パターンに沿って前記薄膜を除去するエッチング装置など、半導体ウェハWに回路素子を形成する工程つまりウェハプロセスに用いられる種々の装置に適用することができる。

【0026】処理チャンバ1の側壁の上下方向の3カ所にはレーザ光入射窓3a、3b、3cが形成され、各窓3a、3b、3cにはここを通して処理チャンバ1内に所定の波長のレーザ光Lを照射するためのレーザ光源4a、4b、4cが設置されている。なお、レーザ光Lは処理チャンバ1内の広範な領域に照射されることが望ましく、よって、この条件を満たすことができるだけのレーザ光入射窓3a、3b、3cおよびレーザ光源4a、4b、4cを設置するのがよい。したがって、本実施の形態のようにこれらの数は3カ所に限定されるものではない。図2に詳しく示すように、レーザ光入射窓3a、

6

3b、3cとレーザ光源4a、4b、4cとの間にはガルバノミラー5a、5b、5cが設置され、レーザ光Lは水平方向にスキャンされて扇状に照射されるようになっている。

【0027】各レーザ光源4a、4b、4cの対面側壁部には、処理チャンバ1内を通った直進するレーザ光L（以下において「直進光」ということもある。）を外部に透過して内部へ反射しないようにするためのレーザ光透過窓（直進光回収部）6a、6b、6cが設置されている。なお、これらのレーザ光透過窓6a、6b、6cはスキャンされるレーザ光Lに対応して横方向に細長い形状となっている。

【0028】処理チャンバ1の上部中央には散乱光検出窓7が形成されており、この窓7には処理チャンバ1内のパーティクルPによって散乱したレーザ光L（以下において「散乱光」ということもある。）を検出するための検出器（散乱光検出部）8が設置されている。直進光はレーザ照射方向の成分のみでこれはレーザ光透過窓6a、6b、6cから外部に透過されるのに対して散乱光はあらゆる向きの成分を持つので、検出器8を前記した散乱光のみが入射する位置に設置することによりこれを検出しようとするものである。検出器8はたとえば光電子増倍管のように微弱光を光電変換により大電流として出力する構造を有しており、処理チャンバ1内のパーティクルPの分布は電気信号に変換された散乱光を介して図3に示すような情報で得られる。なお、本実施の形態では、検出器8は処理チャンバ1の上部中央に設置されているが、直進光の影響を受けない位置、好ましくはレーザ照射の方向に対して10〜90°の範囲であればよく、本実施の形態における設置位置に拘束されるものではない。

【0029】検出器8には同期信号調整部9が接続されており、レーザ光Lを照射しているレーザ光源4a、4b、4cの部位およびガルバノミラー5a、5b、5cの回転の周期・時間によりレーザ照射箇所が同定されるようになっている。

【0030】さらに、検出器8の散乱光検出窓7側には、特定波長の光、本実施の形態でいえば使用された波長のレーザ光Lのみを通す光波長分離フィルタ10が設置されている。これにより、たとえば処理チャンバ1内に入ってくる明光や処理中に生ずるプラズマ発光など他のノイズ原因となるレーザ光L以外の波長の光は光波長分離フィルタ10で遮断され、パーティクルによって散乱されたレーザ光Lのみが検出されるようになっている。

【0031】このような半導体製造装置によれば、処理チャンバ1内のパーティクルPは次のようなメカニズムで検出される。

【0032】処理チャンバ1内に被加工対象である半導体ウェハWがある間、成膜の各反応ステップにおいてレ

レーザ光源4 a, 4 b, 4 cより所定の波長のレーザ光Lをレーザ光入射窓3 a, 3 b, 3 cを通して処理チャンパ1内に照射する。

【0033】入射し、処理チャンパ1内を通過したレーザ光Lは、レーザ光透過窓6 a, 6 b, 6 cを通過して処理チャンパ1の外部へ出る。しかし、処理チャンパ1内にパーティクルPがある場合には、レーザ光LはこのパーティクルPにぶつかって散乱するためにレーザ光透過窓6 a, 6 b, 6 c以外の方向にも進み、その一部が散乱光検出窓7から光波長分離フィルタ10を通過して検出器8にて検出される。なお、レーザ光L以外の波長の光は光波長分離フィルタ10で遮断される。

【0034】このとき、複数のレーザ光源4 a, 4 b, 4 cからのレーザ光Lをストロガ状に発振させて同期信号調整部9でその時間・周期を認識させ、且つガルバノミラー5 a, 5 b, 5 cにてレーザ光Lをスキャンさせる周期も認識させることにより、検出器8にて検出された各レーザ光源4 a, 4 b, 4 cからの散乱光は、光電変換および各種増幅をされた後に散乱光強度が記憶される。そして、これを出力することにより、図3に示したように、処理チャンパ1内の上下方向および横方向の広範な領域におけるパーティクル分布の三次元的な情報を得ることができる。図3において、A, B, Cはそれぞれレーザ光源4 a, 4 b, 4 cからのレーザ光Lのある時間における散乱光の強度分布に対応しており、これによれば処理チャンパ1の下部ほどパーティクルPが多く存在していることがわかる。

【0035】したがって、このようなデータを時間的に連続して採取することにより、たとえば半導体ウェハWの近傍に着目して、処理チャンパ1内で発生したパーティクルPがプロセス加工処理のどの段階で、あるいはどのタイミングで発生してステージ2上の半導体ウェハWに付着するか等のメカニズムを時系列的にリアルタイムでモニタすることができる。

【0036】（実施の形態2）図4は本発明の他の実施の形態である半導体製造装置を内部構造を含めてモデル的に示す斜視図、図5は図4の半導体製造装置の各検出器で検出された散乱光強度信号分布を示す説明図である。

【0037】本実施の形態による半導体製造装置では、実施の形態1に示すガルバノミラーのようにレーザ光Lを水平方向にスキャンする機構は採用されておらず、したがって、レーザ光源4 a, 4 b, 4 cからのレーザ光Lはたとえば処理チャンパ1の中心部を通る一方向にのみ照射されるようになっている点で前述の半導体製造装置と異なっている。そして、このようにレーザ光Lが一方向にのみ照射されることから、レーザ光入射窓3 a, 3 b, 3 cの対面側壁部に設置されて直進光を外部に透過するためのレーザ光透過窓6 a, 6 b, 6 cも単一方向のレーザ光Lにのみ対応した広がりのない形状とな

ている。

【0038】また、処理チャンパ1内で散乱したレーザ光Lを検出する散乱光検出窓7 a, 7 b, 7 cは処理チャンパ1の側壁で且つレーザ光透過窓6 a, 6 b, 6 cから多少、たとえば10°~90°離れた位置に設置されている。なお、検出器8 a, 8 b, 8 cをレーザ光源4 a, 4 b, 4 cの近傍に設置してもよい。これによれば、直進光の影響を受けることなく散乱光のみを検出でき、且つ後方散乱光を効果的に検出することができる。

10 散乱光検出窓7 a, 7 b, 7 cの外部には、散乱光を検出するための検出器8 a, 8 b, 8 cおよびレーザ光以外の明光検出を避けるための光波長分離フィルタ10 a, 10 b, 10 cがそれぞれ設置されている。

【0039】本実施の形態の半導体製造装置による処理チャンパ1内のパーティクルPは次のようにして検出される。

20 【0040】前記した半導体製造装置の場合と同様、処理チャンパ1内に半導体ウェハWがある間、成膜の各反応ステップにおいてレーザ光源4 a, 4 b, 4 cよりレーザ光Lを処理チャンパ1内に照射する。処理チャンパ1内に入射したレーザ光Lのうち、直進光はレーザ光透過窓6 a, 6 b, 6 cから外部へ透過され、パーティクルPに散乱された散乱光の一部は各検出器8に検出される。

【0041】そして、検出された散乱光は光電変換および各種増幅をされた後に、図5に示すように、時間毎あるいは時間毎および場所毎に散乱光強度信号分布が記憶される。

30 【0042】該分布を時間毎に表示する図5 (a) では、信号強度のピーク点は上方に位置する検出器8 aで最も早く訪れ、次が中央の検出器8 b、最後が下方の検出器8 cとなっており、パーティクルPが処理チャンパ1の上方で発生して次第に下降していることがわかる。また、時間毎および場所毎に表示する図5 (b) では、検出器8 aでは最も早い「時間1」において散乱光強度が最大で「時間2」、「時間3」と経つにつれて小さくなっているのに対し、検出器8 bでは「時間2」で最大、また、検出器8 cでは「時間1」、「時間2」と大きくなり、最も遅い「時間3」で最大となっており、図5 (a) のデータと同様、処理チャンパ1内をパーティクルPが下降していることがわかる。

40 【0043】本実施の形態による半導体製造装置のように、レーザ光Lを水平方向にスキャンしなければ、処理チャンパ1内の上下方向におけるパーティクルPの分布の二次元的な情報を得ることができる。なお、レーザ光Lは処理対象である半導体ウェハWが位置している処理チャンパ1の中心部を通るように照射されているので、半導体ウェハWとの関係でのパーティクルPの分布状態では、三次元的な情報に相当する程度のデータとい

50 とができる。

【0044】そして、このようにしてパーティクルPの発生状態を時系列的にリアルタイムで把握することにより、半導体ウェハWへのパーティクルPの付着メカニズムを解析することができる。

【0045】(実施の形態3) 図6は本発明のさらに他の実施の形態である半導体製造装置において処理チャンバ内を照射するレーザ光を示す概略図である。

【0046】本実施の形態による半導体製造装置では、散乱光の検出感度をより向上させるため、前述した実施の形態1において複数の検出器8a<sub>1</sub>～8a<sub>6</sub>を設け、これを処理チャンバ1の上部ではなく側面に設置したものである。本実施の形態では、上下方向にたとえば3台設置されうちの最上部のレーザ光源4aに対してたとえば6台の検出器8a<sub>1</sub>～8a<sub>6</sub>を同じ高さに設置した場合が示されているが、他のレーザ光源に対しても同じように6台の検出器が設置されている。なお、本発明において、レーザ光源および検出器の台数はこの実施の形態に示す3台および各6台に限定されるものではない。

【0047】本実施の形態においては、レーザ光Lをガルバノミラー5aでスキャンする際の検出器8a<sub>1</sub>～8a<sub>6</sub>へのレーザ反射光の入光を防止するために、処理チャンバ1の右半分をスキャンする際には左側面に設置した3台の検出器8a<sub>1</sub>～8a<sub>3</sub>で散乱光が検出され、左半分をスキャンする際には右側面に設置した3台の検出器8a<sub>4</sub>～8a<sub>6</sub>で散乱光が検出されるようになっている。

【0048】このように、レーザ光Lをスキャンするときのスキャン方向と異なる検出器8a<sub>1</sub>～8a<sub>6</sub>に切り替えながら検出された散乱光の信号は、ストロボ発振・ミラースキャンの時間周期に応じてスキャン面・高さ方向の分布に合成され、図3に示す実施の形態1と同様の結果が得られる。

【0049】なお、本実施の形態では、検出器8a<sub>1</sub>～8a<sub>6</sub>を右半分と左半分とに2分割して切り替えるようにしているが、3分割以上に行ってもよい。

【0050】(実施の形態4) 図7は本発明のさらに他の実施の形態である半導体製造装置において処理チャンバ内を照射するレーザ光の照射領域を平面的に示す概略図、図8は図7の側面図である。

【0051】本実施の形態では、レーザ光Lをスキャンする替わりに、上下方向の3カ所に設置されたレーザ光源4a、4b、4cとこれに対応するレーザ光入射窓3a、3b、3cとの間にたとえばシリンドリカルレンズ11a、11b、11cを設置することにより、図7に示すように、レーザ光Lを広げて処理チャンバ1内の広範囲を同時照射可能としたものである。処理チャンバ1内には複数のレーザ光Lがそれぞれレーザ光入射窓3a、3b、3cから照射されるが、このとき、検出器8で散乱光の発生箇所が特定できるように各レーザ光Lをストロボ状に順番に発振させている。なお、散乱光検出

窓7は処理チャンバ1の上方に形成されてここに検出器8および光波長分離フィルタ10が設置され、また、レーザ光透過窓6a、6b、6cは水平方向に細長い構造となっている点は実施の形態1の場合と同様である。

【0052】このような構造の半導体製造装置では、レーザ光Lをスキャンすることなく処理チャンバ1内における平面方向および高さ方向のパーティクルPの発生分布情報を各時間毎にモニタすることができる。但し、ある時間ある高さにおける面内のパーティクル分布については、同時にレーザ光Lを照射しているため認識することができない点が実施の形態1の場合と異なっている。

【0053】(実施の形態5) 図9は本発明のさらに他の実施の形態である半導体製造装置において処理チャンバ内を照射するレーザ光の照射領域を平面的に示す概略図、図10は図9の側面図である。

【0054】本実施の形態における半導体製造装置は、処理チャンバ1の1カ所のみレーザ光入射窓3が設置され、この窓3に設けられた単一のレーザ光源4からレーザ光Lが処理チャンバ内に照射される。

【0055】レーザ光源4にはたとえばシリンドリカルレンズ11が設置されてレーザ光Lが水平方向に拡散されるようになっている。これに加え、レーザ光入射窓3にはたとえばガルバノミラー5が設置されており、拡散されたレーザ光Lはさらに上下方向にスキャンされるようになっている。したがって、レーザ光Lを拡散照射して上下方向にスキャンすることにより、処理チャンバ1内の全体にレーザ光が照射されるようになっている。

【0056】散乱光検出窓7は処理チャンバ1の上方に形成されており、ここに検出器8および光波長分離フィルタ10が設置されている。検出器8はこれまでの実施の形態に用いられたものと同様にレーザ光Lのスキャン周期を予め認識することができるようになっており、特定時間の散乱光信号を検出した際における処理チャンバ1へのレーザ光Lの照射角度が特定される。

【0057】散乱光以外の反射光は処理チャンバ1の内側面全体に照射されることから、本実施の形態においては、レーザ光Lが照射される処理チャンバ1の内側面の形状がたとえば楕円ミラーと同形状つまり楕円ミラー状壁12とされ、直進光は反射して必ず一点に集光される構造となっている。そして、その集光箇所にはレーザ光透過窓6が形成されており、結果的に直進光はこのレーザ光透過窓6から外部に透過されるようになっている。すなわち、本実施の形態では、このような楕円ミラー状壁12およびレーザ光透過窓6により直進光回収部が構成されている。なお、レーザ光透過窓6に替えて反射光検出器を設置するようにしてもよい。

【0058】このような構造を有する半導体製造装置では、シリンドリカルレンズ11により平面方向に拡散されたレーザ光Lがレーザ光入射窓3から処理チャンバ1内部へ入射される。そして、このレーザ光Lがガルバノ



ミラー5でスキャンされることにより楕円ミラー状壁12で反射したレーザ光は1ヶ所に集光されてレーザ光透過窓6から外部へ透過される。

【0059】処理チャンバ1内の照射領域にパーティクルPが存在した場合には、レーザ光Lはあらゆる方向性を持つ散乱光となってその一部が処理チャンバ1の上面に設置された検出器8に検出される。そして、その散乱光信号の強度を時間毎にモニタすることにより、実施の形態1の場合と同様に、ウェハ処理途中における三次元的なパーティクル発生分布情報を得ることができる。

【0060】以上、本発明者によってなされた発明をその実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

【0061】たとえば、レーザ光Lのスキャン方向や幅を任意に変更することにより、処理チャンバ1内の特定箇所みのパーティクルPをモニタすることが可能となる。なお、レーザ光源4、4a、4b、4cや検出器8、8a、8b、8cの設置場所等は特に前述した実施の形態には限定されない。

【0062】また、本実施の形態では、複数のレーザ光Lは同一波長のものが用いられているが、各々異なる波長のレーザ光Lを用いることによりパーティクルPの発生箇所の同定をより正確に行うことができる。

【0063】さらに、レーザ光透過窓6、6a、6b、6cや楕円ミラー状壁12に替えて、処理チャンバ1の内壁に直進光を吸収する反射防止膜を用いて散乱光のみを検出するようにしてもよい。

【0064】以上の説明では、主として本発明者によってなされた発明をその属する技術分野である半導体製造装置に適用した場合について説明したが、モニタ対象となる装置は真空装置や常圧装置など様々なものが考えられる。また、本実施の形態では、本発明を半導体製造装置に適用したために処理対象のワークには半導体ウェハWが用いられているが、たとえば液晶表示パネルなど半導体ウェハWと同様に微細加工プロセスを経て製造される他の種々のワークに適用することができる。

【0065】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。

【0066】(1).すなわち、本発明のパーティクルのモニタ技術によれば、処理チャンバ内にレーザ光を照射し、パーティクルで散乱した散乱光のみを散乱光検出部で検出することにより、ワークの処理プロセスにおける処理チャンバ内のパーティクル分布を検出することが可能になる。そして、これを時経列的にモニタすることにより処理チャンバ内のパーティクルの空間分布や時間分布がリアルタイムに把握できるので、パーティクルの発

生メカニズムを明確に精度よく検知することができる。

【0067】(2).これにより、パーティクルが発生しにくいプロセス加工条件が具体的に設定でき、良好な品質を有する製品を安定して製造することができる。

【0068】(3).また、このような加工条件を設定できるので、ダミーの未加工ワークに実際の加工処理に近い処理を施してパーティクル付着状況を計測して製造装置の作動異常の有無を知るパーティクルQC作業が不要となる。

10 【0069】(4).ワークのプロセス処理中にリアルタイムでパーティクルの処理チャンバ内における分布およびその経時変化をモニタすることができるので、製造装置のメンテナンス時期を予測したり装置異常を自動検知することが可能になる。

【0070】(5).ワークのプロセス処理中におけるパーティクルの発生状況がモニタできるので、ワーク毎の不良発生の有無が加工処理の段階でわかり、処理後のワークに対するパーティクルの検査工程を省略することができる。

20 【0071】(6).これにより、製造工数が低減され、効率よくワークの処理を行うことが可能になる。

【0072】(7).また、検査工程の省略により処理後のワーク毎の良否選別を自動的に行うことができるので、品質管理を効率的に且つ漏れなく行うことができ、さらに、製造装置を安定的に稼働させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1による半導体製造装置を内部構造を含めてモデル的に示す斜視図である。

30 【図2】図1の半導体製造装置において処理チャンバ内を照射するレーザ光を示す概略図である。

【図3】図1の半導体製造装置の散乱光検出部で検出された処理チャンバ内のパーティクル分布出力例を示す説明図である。

【図4】本発明の実施の形態2による半導体製造装置を内部構造を含めてモデル的に示す斜視図である。

【図5】図4の半導体製造装置の各検出器で検出された散乱光強度信号分布を示す説明図であり、(a)は時間毎の分布を、(b)は時間毎および場所毎の分布をそれぞれ示す。

40 【図6】本発明の実施の形態3による半導体製造装置において処理チャンバ内を照射するレーザ光を示す概略図である。

【図7】本発明の実施の形態4による半導体製造装置において処理チャンバ内を照射するレーザ光の照射領域を平面的に示す概略図である。

【図8】図7の側面図である。

【図9】本発明の実施の形態5による半導体製造装置において処理チャンバ内を照射するレーザ光の照射領域を平面的に示す概略図である。

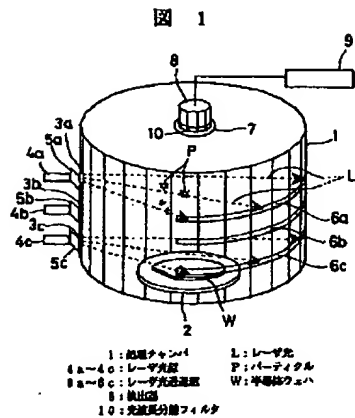
50 【図10】図9の側面図である。

13

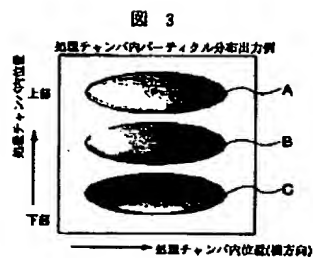
## 【符号の説明】

- 1 処理チャンバ  
 2 ステージ  
 3, 3a~3c レーザ光入射窓  
 4, 4a~4c レーザ光源  
 5, 5a~5c ガルバノミラー  
 6, 6a~6c レーザ光透過窓(直進光回収部)  
 7, 7a~7c 散乱光検出窓  
 8, 8a, 8a<sub>1</sub>~8a<sub>2</sub>, 8b, 8c 検出器(散乱

【図1】



【図3】

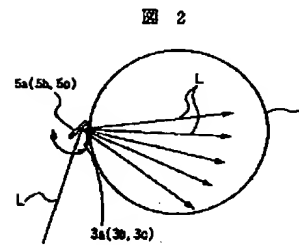


14

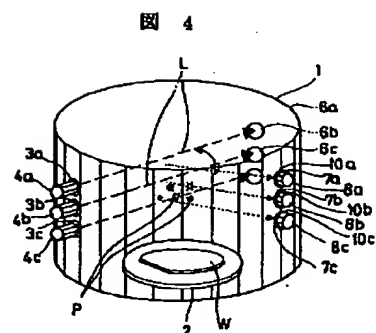
## 光検出部)

- 9 同期信号調整部  
 10, 10a~10c 光波長分離フィルタ  
 11, 11a~11c シリンドリカルレンズ  
 12 楕円ミラー状壁  
 L レーザ光  
 P パーティクル  
 W 半導体ウェハ(ワーク)

【図2】



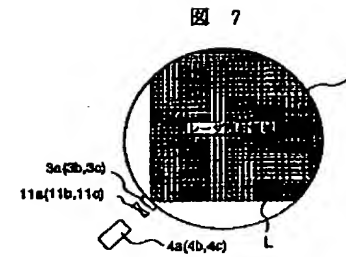
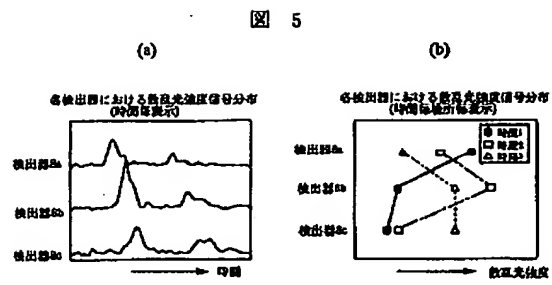
【図4】





【図5】

【図7】



【図6】

【図8】

